

# IP 그룹화를 이용한 다자간 멀티미디어 회의시스템의 설계 및 구현

현동환<sup>†</sup>, 성백건<sup>\*\*</sup>, 성동수<sup>\*\*\*</sup>, 이건배<sup>\*\*\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 공동작업을 지원하는 효율적인 다자간 멀티미디어 회의시스템을 설계하고 구현한다. 기존의 다자간 멀티미디어 회의시스템은 영상, 음성 및 문서회의의 데이터 전송으로 인한 대역폭의 제한으로 인해 다수의 사용자가 원활한 공동작업을 수행하기 어렵다. 특히, 실시간으로 전송되는 영상, 음성의 데이터는 다수의 사용자가 한정된 대역폭을 사용하는 경우, 전송지연으로 인하여 원활한 공동작업을 제공하지 못하는 경우가 많다. 본 논문에서는 원활한 공동작업을 지원하기 위해 분산식과 중앙집중식을 혼합한 하이브리드 전송방식을 사용하고, 영상의 경우 IP 그룹화를 이용한 다자간 회의시스템을 구성함으로써 네트워크 대역폭을 줄인다. 또한, 사용자의 수에 따라 적응적 영상 프레임 변화를 이용하여 네트워크의 병목현상을 해소하고, 음성의 품질을 지원하는 효율적인 다자간 멀티미디어 회의시스템을 설계한다.

## Design and Implementation of A Multi-Point Multimedia Conference System Using IP Grouping

Don-Whan Hyun<sup>†</sup>, Baek-Kyon Sung<sup>\*\*</sup>, Dong-Su Seong<sup>\*\*\*</sup>,  
Keon-Bae Lee<sup>\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

This paper describes the design and implementation of an efficient multi-point multimedia conference system using IP grouping. Existing multi-point multimedia conference systems are difficult for multi-user to perform efficient cooperation due to bandwidth limitation for data transmission of video, audio and documentation. In the case that multi-user uses limited bandwidth, smooth cooperation does not accomplish due to transmission delay for the real-time transmission of image and speech data. A hybrid transfer method which is mixed with distributed and centralized methods is used for smooth cooperation, and the network bandwidth is reduced by forming multi-user conference systems of IP grouping in this paper. Also, adaptive image frame variations are used to solve bottleneck effect according to the number of users. An efficient multi-user conference system is designed to support audio quality.

**Key words:** Multimedia(멀티미디어), Conference System(회의시스템), Computer Supported Cooperative Work(공동작업), IP Grouping(IP 그룹화)

※ 교신저자(Corresponding Author): 현동환, 주소: 경기도 여주군 여주읍 교리 454-5(469-705), 전화: 031)880-5283, FAX: 031)880-5179, E-mail: dwhyun@yeojoo.ac.kr  
접수일: 2004년 10월 20일, 완료일: 2005년 2월 21일

<sup>†</sup> 여주대학 정보통신과

<sup>\*\*</sup> (주)네티코텍 연구원

(E-mail: beksung@netcodec.com)

<sup>\*\*\*</sup> 정회원, 경기대학교 전자공학부 교수

(E-mail: dssung@kyonggi.ac.kr)

<sup>\*\*\*\*</sup> 정회원, 경기대학교 전자공학부 교수

(E-mail: kblee@kyonggi.ac.kr)

## 1. 서 론

컴퓨터 환경은 초기의 단순 정보처리에서 정보를 주고받을 수 있는 일대일 통신 방식을 거쳐 이제는 보다 다양한 멀티미디어로 구성된 고품질의 정보를 여러 사용자가 동시에 통신할 수 있는 형태로 전개되어 가고 있다. 일반적으로 CSCW(Computer Supported Cooperative Work)나 그룹웨어라 불리는 공동작업은 정보 처리 기능과 컴퓨터 통신망을 연계시켜 물리적, 지리적 한계에서 벗어나 가상의 공간상에서 그룹 활동 서비스를 지원하고 있다[1].

최근 가상공간에서 활동하는 기업이 증가하면서 시간적, 공간적인 제약을 탈피하여 근무하는 기업이 증가할 것으로 예상된다. 이러한 추세에 따라 근무형태에도 많은 변화가 있을 것으로 예상되며, 다양한 가상공간의 근무형태에 맞추어 공동작업이 더욱 필요로 하게 될 것이다[2-3]. 그러나, 기존의 다자간 공동작업 시스템의 경우, 채팅과 화이트보드를 이용한 공동작업으로 인해 참가자간의 원활한 의사소통에 어려움이 많았다. 최근 멀티미디어 기능을 추가한 다자간 멀티미디어 공동작업의 필요성이 대두됨에 따라 멀티미디어 공동작업 시스템의 연구 및 개발이 진행되고 있다[2-3].

멀티미디어 기능의 추가로 많은 대역폭이 필요하게 됨에 따라 제한된 네트워크 대역폭으로는 원활한 데이터의 전송이 어려우며, 데이터의 전송 지연과 에러 발생으로 인해 원활한 공동작업을 지원하는데 많은 어려움이 발생 되었다. 원활한 공동작업의 제공을 위해 전송지연에 민감한 실시간 음성과 영상의 전송은 UDP 분산식 구조를 사용하고, 동기화가 필요한 화이트보드, 웹 브라우저, 채팅 등의 데이터의 전송은 TCP 중앙집중식 구조를 사용한다. 그러나, 이러한 구성에도 불구하고 분산식을 이용하는 영상 및 음성 전송의 경우 참가자의 수가 증가할수록 네트워크의 대역폭이 대폭 증가하게 됨에 따라 이를 극복하기 위한 방법이 필요하게 되었다[4-5].

본 논문에서는 원활한 공동작업을 지원하기 위해 분산식과 중앙집중식을 혼합한 하이브리드 전송 방식을 사용하고, 영상의 경우 IP 그룹화를 이용함으로써 한정된 네트워크 대역폭의 경우에도 전송지연이 적은 분산식 방식을 이용할 수 있다. 또한, 사용자의 수에 따라 적응적 영상 프레임 변화를 이용하여 네트워크의 병목현상을 해소하고, 음성의 품질을 지원하는 효율

적인 다자간 멀티미디어 회의시스템을 설계한다.

## 2. 다자간 멀티미디어 공동작업

### 2.1 다자간 멀티미디어 공동작업의 분류

그림 1-(a)와 같이 데이터의 동기화가 중요하고 데이터의 일관성 유지가 필요한 경우 중앙집중식 구조를 사용한다. 중앙집중식 구조는 참가자로부터 전송된 모든 데이터가 서버를 통하여 다른 사용자에게 전송되는 방식으로서 모든 데이터의 처리를 서버가 수행하므로 서버에 부하가 많이 걸려 전송 지연을 발생한다. 또한, 참가자의 수가 증가할수록 서버의 네트워크의 병목현상을 일으킨다는 단점이 있으나, 전체 사용자의 동기화가 용이하고 데이터의 실시간 전송이 아닌 중요한 데이터의 전송에 사용된다.

화이트보드 및 채팅의 경우 보여주는 부분의 동기화를 위해 중앙집중식 구조를 사용한다. 화이트보드의 경우 뷰 동기화를 제공하고 공유한 이미지를 참가자들에게 동시에 전송하여 동일한 이미지를 수신하도록 하고 각 참가자가 입력한 이벤트가 공유된 화이트보드에 동시에 전송되어 동기화 되므로 각 참가자들의 처리 결과는 모두 동일하게 적용된다. 중앙집중식 구조에서는 신뢰성을 보장하는 TCP 프로토콜을 사용한다.

중앙집중식 구조는 서버에서 데이터 처리를 모두 하기 때문에 서버의 부하 및 서버 네트워크의 부하로 인한 전송지연을 초래할 수 있다. 그러나, 분산식은 그림 1-(b)와 같이 각 참가자의 데이터를 서버를 통하지 않고 전송하므로 데이터의 동기화는 지원하지 않지만, 클라이언트가 데이터를 처리하게 되어 음성과 영상 등 실시간 데이터의 전송에 적합하며 서버의 부하 측면에서도 많은 이점이 있다.

음성, 영상의 경우 다자간 공동작업에서 실시간 전송이 요구된다. 따라서, 중앙집중식 구조를 이용할 경우 데이터 처리로 인한 지연에 영향을 많이 받게 되므로, 지연에 민감한 응용의 경우 P2P(peer to peer)를 통한 분산식 구조로 설계되어야 한다. 분산식 구조는 일반적으로 참가자 사이의 연결 없이 데이터의 전송을 할 수 있는 UDP 프로토콜을 사용한다[2].

영상 및 음성 전송의 측면에서 다자간 영상회의는 공동 작업과 마찬가지로 중앙 집중식 및 분산식으로 구분된다. 중앙 집중식은 클라이언트로부터의 영

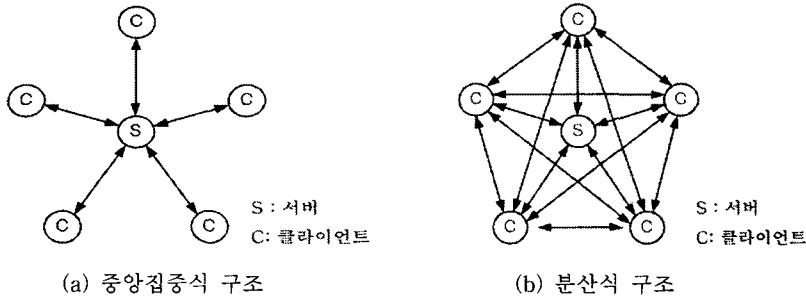


그림 1. 공동작업 구조

상 및 음성 정보가 서버로 전달한 후 이를 처리 가공하여 클라이언트로 전송하는 방법이며, 분산식 방법은 영상 및 음성 정보를 서버를 경유하지 않고 클라이언터들 간에 직접 주고받는 방법이다. 집중식 방법의 경우 서버에서 영상 및 음성을 가공하기 때문에 클라이언트의 복잡도가 낮아도 된다는 장점이 있으며, 분산식 방법의 경우에는 서버를 경유하지 않고 직접 정보를 받기 때문에 정보 지연이 적다는 장점을 가지고 있다. 따라서 정보 지연에 민감한 응용의 경우 분산식을 사용하나, 단점으로는 클라이언트가 모든 미디어를 처리해야 하기 때문에 복잡도가 높아지는 단점과 망 대역폭을 많이 사용하는 단점을 가지고 있다[5-11].

2.2 기존의 다자간 멀티미디어 공동작업의 문제점

기존의 공동작업 시스템들이 실시간 처리를 요구하는 멀티미디어 공동작업을 수용하는 데는 다음과 같은 문제점이 있다.

첫째, 공동작업에 필요한 멀티미디어 전송에 따른 과도한 데이터 전송으로 인한 네트워크 트래픽 문제이다. 제한된 네트워크 대역폭에서의 멀티미디어 공동작업은 데이터의 전송 지연 및 손실을 초래하게 된다.

둘째, 많은 멀티미디어 데이터의 처리로 인한 데이터 처리상의 문제이다. 회의 참가자가 증가할수록 데이터의 양도 기하급수적으로 증가하여 실시간 데이터의 처리에 지연이나 손실이 발생하게 된다.

셋째, 실시간 데이터인 음성 및 영상 데이터 사이의 시간적/공간적 동기화를 보장하기가 어렵다. 즉, 미디어간의 시간적/공간적 출력에서 보다 세밀한 동기화를 요구하는 경우 제한적인 네트워크 환경과 컴퓨터 프로세서의 처리 지연으로 섬세한 동기화를 이루기 어렵다.

위와 같이 현재의 멀티미디어 공동 작업 시스템의 가장 큰 단점은 방대한 양의 데이터 특성으로 데이터의 처리 및 네트워크 전송에 있어서 실시간 처리에 많은 어려움이 있다는 것이다. 그러나 데이터를 처리하기 위한 컴퓨터의 프로세서는 점점 더 나아지고 있는 반면 제한된 네트워크 환경에서의 실시간 데이터를 전송, 처리, 동기화하기 위해서는 어려움이 많다.

다자간 멀티미디어 공동작업의 이러한 단점을 보완하기 위해 다양한 방식이 연구되고 있다. 기존의 중앙집중식 구성은 영상과 음성, 데이터의 집중화로 인하여 서버의 부하 및 서버 측 네트워크의 병목현상으로 데이터의 전송 지연 및 손실을 초래하게 되었고 [2,5,7], 분산식 구성은 영상, 음성의 구성에는 적당하지만 화이트보드, 채팅 등과 같은 데이터의 동기화가 필요한 데이터의 처리에 어려움이 발생하게 된다[3]. 이러한 단점을 줄이기 위해 본 논문에서는 중앙집중식과 분산식을 적절히 혼합한 하이브리드 방식을 채택하였다. 하지만 제한적 네트워크 환경으로 인하여 다수의 참가자가 공동작업 내에서 음성 및 영상, 데이터의 전송에는 제한을 받게 되며, 다자간 멀티미디어 공동작업이 같은 라우터 내에 많은 사용자가 참여하여 진행된다는 점을 감안하여 IP 그룹화를 이용한 전송방식을 제안한다. 이를 이용하면, 영상 및 음성 전송의 측면에서 분산식 방법의 장점인 서버를 경유하지 않고 직접 정보를 받기 때문에 정보 지연이 적다는 점을 유지하면서 동시에 망 대역폭을 많이 사용하는 단점을 해결할 수 있다.

3. IP 그룹화를 이용한 데이터 전송방식의 제안

3.1 기존의 전송방식

다자간 멀티미디어 공동작업을 그림 2와 같이 중

양집중식 전송방식으로 구현할 경우, 화이트보드, 채팅, 웹 브라우저 공유의 경우 동기화 측면에서는 장점이 있으나, 영상과 음성, 데이터의 집중화로 인하여 서버의 부하 및 서버 측 네트워크의 병목현상으로 데이터의 전송 지연을 초래하게 된다.

이를 위하여, 음성과 영상은 분산식 구조를 사용한다. 분산식으로 영상을 전송할 경우 그림 3과 같이 호스트 수에 따른 데이터를 송수신하게 되어 병목현상을 피할 수 없다. 즉, 초당 64Kbps의 영상을 전송할 경우 참가자 수(N)×64Kbps로 의장 측 라우터에 부하를 주게 된다. 네트워크가 소규모 회사망인 512Kbps망에서 사용한다면 최대(512/54=)8명으로 제한되고, 음성 및 기타 데이터의 대역폭을 보장할 수 없게 된다.

따라서, 본 논문에서는 하나의 라우터 하에 다수개의 호스트가 존재할 경우 음성과 영상, 화이트보드 데이터 신호에 충분한 대역폭을 유지하며 라우터가 호스트의 수에 영향을 받지 않도록 하는 IP 그룹화를

이용한 데이터 전송 시스템을 제안한다.

### 3.2 IP 그룹화를 이용한 데이터 전송방식

사내 다자간 멀티미디어 공동작업의 경우, 동일 서브넷 상에 다수의 참가자가 존재하는 경우가 일반적이다. 예를 들어 하나의 그룹 대 그룹, 그룹 대 개인으로 구성되는 사내 회의 및 1:N의 강의에 많이 이용되고 있다. 즉, 그림 4와 같이 하나의 서브넷에 있는 호스트들의 IP를 하나의 그룹으로 지정한다. 그룹화 알고리즘은 동일 서브넷 호스트는 동일 라우터 아래에 있다고 가정한다.

IP 그룹화에 따라 참가자들의 모든 IP를 그룹화한 후, 데이터를 그림 5와 같은 구조로 그룹의 대표 참가자 주소로 전송한다. 각 그룹의 대표 참가자는 전송 받은 데이터의 재전송 정보를 이용하여 같은 네트워크 상에 있는 참가자들에게 데이터를 전송한다. 그림 5의 전송 데이터 구조는 각 데이터의 헤더에 추가하여 전송한다. 여기서 Source는 데이터를 보낸 사람의

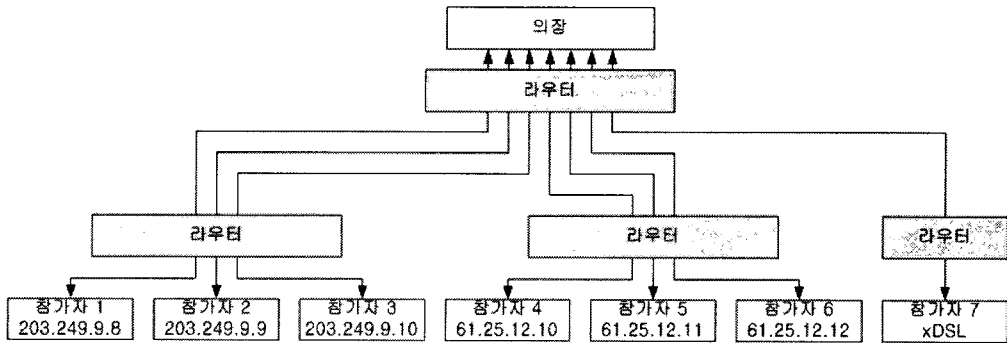


그림 2. 다자간 공동작업의 중앙집중식 전송방식

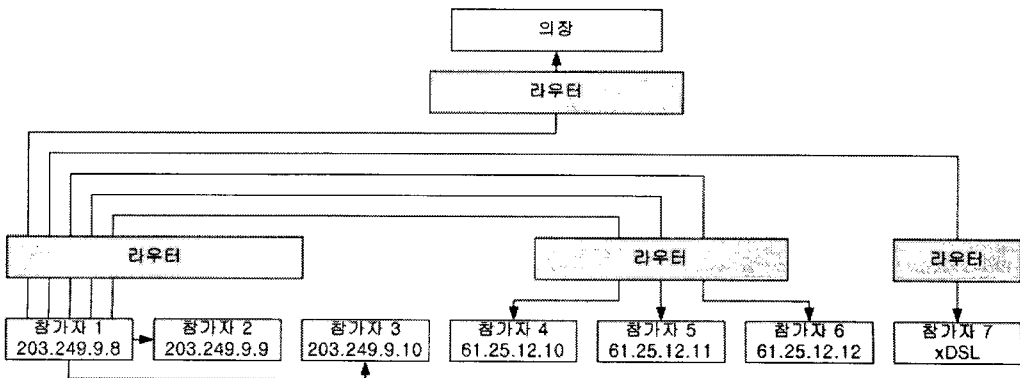


그림 3. 다자간 공동작업의 분산식 전송방식

주소를, ReTransNUM은 재전송할 접속자의 수를, ReTransAddr은 재전송할 참가자의 주소를 지정한다. 이러한 데이터를 받은 참가자는 Source를 확인하여 Source가 자신과 다른 서브넷에 있는 참가자이면 로컬 네트워크의 참가자들에게 재전송하여 보내주고, 로컬 네트워크의 참가자에게서 수신된 데이터이면 자신만 디스플레이 한다.

IP 그룹화를 이용한 전송방식 시스템은 그림 6, 그림 7과 같이 구성되며 데이터를 하나의 그룹에 있는 대표 참가자에게 전송하게 된다. 전송받은 데이터는 로컬 네트워크에서 처리하게 되므로 경로 라우터의 네트워크 대역폭의 감소와 전송효율 및 전송시간의 단축에 큰 효과를 얻을 수 있다. 아울러 참가자들이 데이터 전송 시 동일 네트워크에 속해 있는 참가자들은 로컬 네트워크에서 처리하게 되므로 네트워크 대역폭을 줄일 수 있게 된다.

그림 6과 같이 의장이 IP 그룹화를 이용하여 64Kbps의 영상을 전송할 경우, 기존의 방법은 64Kbps×N만큼의 대역폭이 필요하다. 그러나, IP 그룹화를 이용한 방식을 사용하는 경우, 회의 참가자의 수에 관계없이 그룹화 된 각 그룹에 64Kbps씩만 보내면 된다. 즉, 그룹 내의 대표 참가자에게만 영상을 보내면 된다. 8명의 참가자가 회의를 진행하는 경우 기존의 방법을 사용하면 448Kbps (64Kbps×7)만큼의 대역폭이 필요하다. 그러나, 본 논문에서 제안한 IP 그룹화를 이용한 영상 전송의 경우, 192Kbps (64Kbps×3)만큼의 대역폭만이 필요하다. 이는 그림 7과 같이 모든 참가자들에게도 동일하게 적용됨으로써 영상전송을 위한 대역폭을 현저하게 감소시킴을 알 수 있다.

또한, 영상에서 다음 식에 따라 참가자 수에 따른 프레임 비율(frame rate)을 조절할 수 있도록 하여, 참가자에 관계없이 일정한 대역폭을 유지할 수 있다

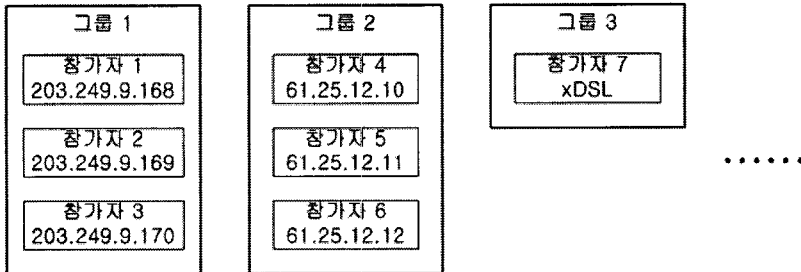


그림 4. IP 그룹화에 의한 참가자 그룹화

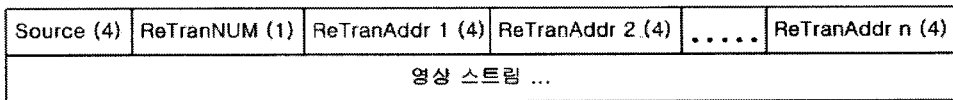


그림 5. 서버의 전송 데이터 구조

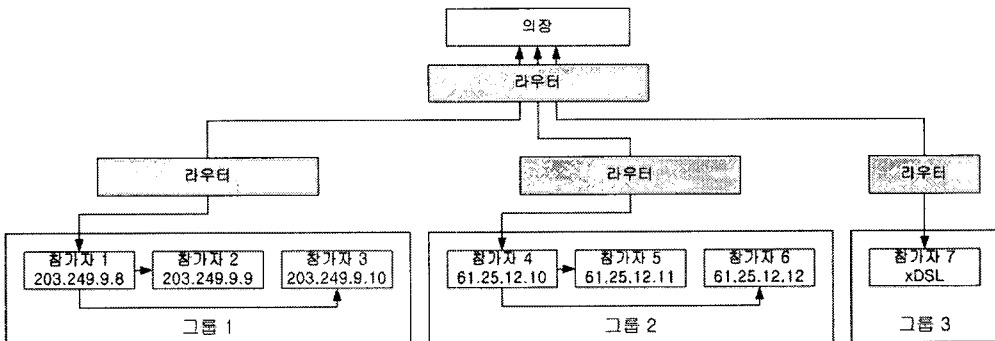


그림 6. IP 그룹화를 이용한 전송방식 (전송자 : 의장)

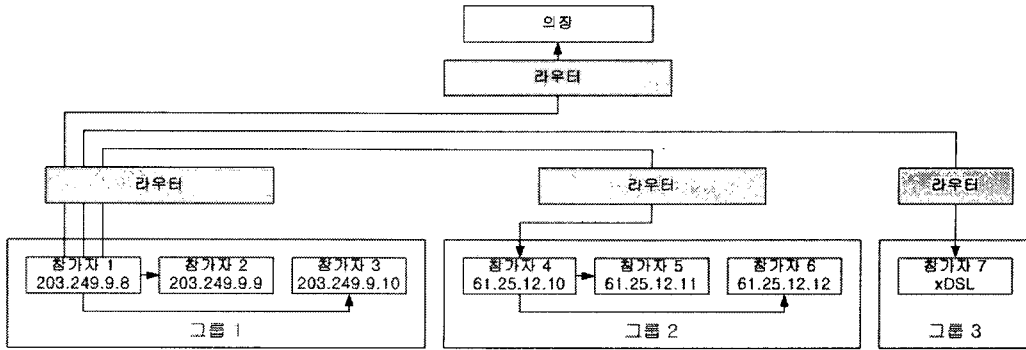


그림 7. IP 그룹화를 이용한 전송방식 (전송자 : 참가자 1)

록 한다.

$$F = 10 / N \quad (1)$$

(F:프레임비율, 10:고정프레임비율, N:참가자수)

즉, 발언권을 가진 각 참가자들은 식 (1)에 의해 영상 프레임 비율을 설정하게 된다. 즉, 참가자의 수가 증가하게 되면 프레임 비율을 조정함으로써 참가자 수에 관계없이 영상의 일정한 대역폭을 유지하게 되고, 상대적으로 중요한 음성의 질을 보장해 원활한 다자간 멀티미디어 공동작업을 수행하게 할 수 있는 것이다.

#### 4. 다자간 멀티미디어 회의 시스템의 구조

일반적인 사내 다자간 문서회의의 경우 동일 서버넷 상에 다수의 참가자가 존재하는 경우가 일반적이다. 같은 서버넷 상에 참가자가 많은 경우 동일 데이터를 같은 네트워크를 통하여 전송하게 되어 라우터의 대역폭에 영향을 미치게 되고 회의에 참가하지 않는 네트워크 사용자에게 영향을 미치게 된다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 영상의 IP 그룹화를 이용한 다자간 멀티미디어 회의시스템을 구성한다.

본 논문에서 설계한 시스템은 회의 서버와 클라이언트로 구성된다. 회의 서버는 일종의 디렉토리 서버 역할을 하며, 사용자 및 회의실의 상태, 회의 개설, 삭제 등 회의실 자원 관리, 구성원 관리, 메시지 관리 등 회의 내 모든 정보를 관리한다. 또한 관리기능을 추가하여 관리자가 현재 진행 중인 회의와 회의실 내의 참가자, 의장을 확인할 수 있다. 이러한 회의 서버의 구성은 그림 8과 같으며, 구현 예는 그림 9와 같다.

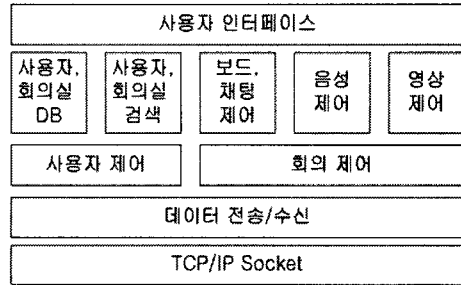


그림 8. 서버의 구성

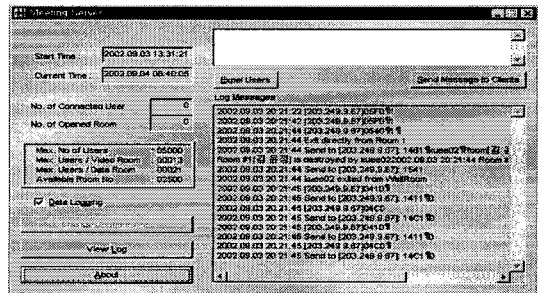


그림 9. 서버의 구현 예

클라이언트는 실시간 데이터인 음성, 영상 및 채팅, 웹 브라우저 공유 및 화이트보드를 이용하여 다자간 멀티미디어 공동작업에 사용되는 기능들로 구성한다. 최대 참가자는 21명으로 구성하고 4명의 영상을 보여주며, 발언권에 따라 영상이 바뀌게 구성한다. 또한 동시 발언을 위한 음성의 믹싱을 지원하며, 이미지포맷과 문서포맷을 다양하게 지원하고, 웹 사이트의 공유를 사용해 공동작업의 효율을 높인다.

회의의 모든 제어권한은 회의개설자에게 있으며 회의개설자에 의해 모든 회의가 진행된다. 의장이 발언권을 부여할 경우, 참가자 영상은 스위칭 방법을

이용하여 부여한 순서대로 사용자 화면이 바뀌게 된다. 그림 10은 클라이언트의 구성도이며, 음성코덱은 G.723.1을 이용하였으며[12], 영상코덱은 H.263+을 이용하였다[13]. 또한 효율적인 영상 및 음성 데이터의 전송을 위하여 RTP/RTCP를 이용하였다[14-15]. 그림 11은 회의개설자가 회의참가자 2명에게 발언권을 부여하여 3명의 음성이 믹싱하고, 3명의 영상이 모든 참가자에게 전송이 되는 환경에서 문서 공유를 통한 실시간으로 이미지를 캡처하여 공유한 이미지에 주석을 공유하고 있는 공동작업을 보여준다.

사용자 화면의 구성은 사용자의 영상을 보여줄 수 있는 화면과 사용자 리스트, 참가요청 리스트, 채팅을 위한 공간 그리고 화이트보드와 웹 브라우저를 제어할 수 있는 멀티뷰 제어 그리고 화이트보드와 관련된 도구 창으로 구성되어 있다.

사용자의 영상 화면과 리스트 창을 보면 그림 12와 그림 13과 같다. 사용자 화면의 영상은 QCIF로 구성하였고, 발언권을 가진 참가자의 영상은 SQCIF로 구성하였다. 의장이 발언권을 부여할 경우, 참가자 영상은 스위칭 방법을 이용하여 부여한 순서대로

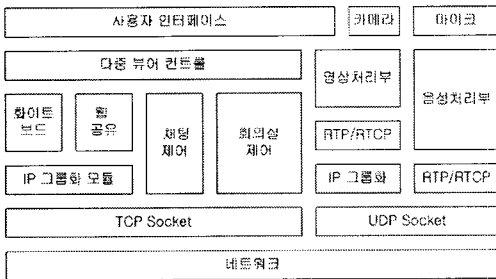


그림 10. 클라이언트의 구성

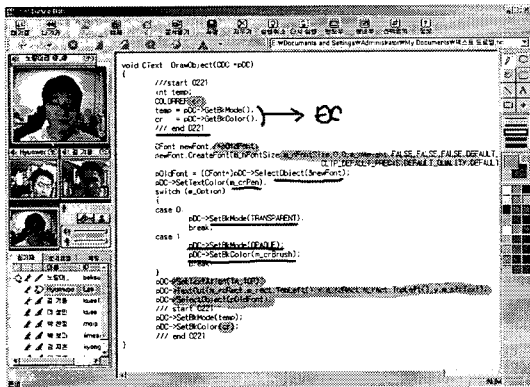


그림 11. 문서의 실시간 공유를 통한 주석 공유



그림 12. 영상화면

그림 13. 리스트 창

사용자 화면이 바뀌게 된다. 그리고 공간의 제약을 벗어나기 위해 사용자 리스트와 참가요청 리스트 그리고 채팅 창은 하나의 공간에 멀티뷰로 구성을 하였다. 참가자 리스트에는 참가자의 상태를 알 수 있는 이미지를 추가하여 참가자의 발언권과 제어권의 유무를 확인할 수 있게 하였고 채팅창의 경우 텍스트의 폰트 및 컬러 지원으로 사용자로 하여금 익숙한 환경을 제공한다.

### 5. IP 그룹화를 이용한 전송방식의 성능분석 및 비교

중앙집중식으로 구성된 다자간 멀티미디어 공동작업은 데이터의 동기화 및 일관성 유지에는 큰 도움이 있으나 서버의 데이터 처리 시간 지연으로 인한 실시간 음성과 영상의 전송에는 전송지연을 유발하게 된다. 그리고 분산식은 실시간 음성, 영상의 전송에는 전송지연이 적으나 화이트보드, 텍스트 채팅과 같은 동기화가 필요한 데이터의 전송에는 많은 어려움이 있다.

본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위해 동기화 및 일관성 유지가 필요하지 않는 실시간 스트림 매체인 음성과 영상의 전송을 위해서 분산식 구조를 사용하였고, 화이트보드와 웹 브라우저 공유와 관련된 컨트롤 신호는 동기화와 일관성 유지의 필요성에 의해 중앙집중식 구조를 사용하여 서버와 클라이언

트의 데이터 처리에 부하를 줄이고 네트워크의 병목 현상도 줄일 수 있었다.

동일 라우터 내에 참가자가 증가함에 따라 기존 방식[2,5,7]을 이용한 영상, 음성의 수신에 필요한 라우터의 네트워크의 수신 부하와 IP 그룹화를 이용한 네트워크 수신 부하를 비교한 결과는 표 1과 같다. 표 1과 같이, IP 그룹화를 이용한 수신방식은 동일 라우터내의 참가자 수가 증가해도 데이터 전송률의 증가율은 적음을 알 수 있다. 즉, 영상의 경우 하나의 데이터를 전송받아 그룹 내 다른 참가자들에게 전달하기 때문에 네트워크 대역폭을 줄일 수 있다.

본 논문에서 제안한 구조의 모델을 적용하여, 그림 6과 같이 다자간 멀티미디어 공동작업을 구성하고 의장이 데이터를 전송할 경우의 수신부하를 표 2에서 나타낸다. 이는 기존 방식[2,5,7]을 이용한 전송방식과 IP 그룹화를 이용한 전송방식의 의장 측 라우터의 대역폭을 비교하였다. 기존 방식의 경우, 의장은 모든 참가자에게 영상과 음성을 전송하게 되어 한명의 참가자가 회의에 참가할수록 의장이 속한 라우터는 영상과 영상에 대한 70.3Kbps의 대역폭이 추가로 필요하게 된다. 그러나, IP 그룹화를 이용한 전송방식에서는 기존의 그룹에 사용자가 증가할 때마다 6.3Kbps의 대역폭이 필요하며, 하나의 그룹이 증가할 때 마다 70.3Kbps의 대역폭이 필요로 함을 알 수 있다. 이와 같이 회의 내 그룹이 생성될 때 마다 영상을 위한 추가 대역폭이 필요하게 되며, 그룹 내 참가자의 수에는 음성의 대역폭에만 영향을 받음을 알 수 있다.

그림 6과 같이 현재의 다자간 멀티미디어 공동작업은 대부분 대대다(3:3, 5:5) 또는 일대다(1:N)의 구조를 사용하므로 기존의 전송방식에 비하여 IP 그룹화를 이용한 전송방식은 전송 대역폭을 현저히 감소

시킬 수 있었다. 또한, 현재 다자간 멀티미디어 공동작업을 구성하고 있는 제한된 네트워크 환경에 있는 사용자 즉, 일반 회사망(512Kbps)을 사용하는 회사에서 여러 명이 하나의 회의에 참가할 경우 실질적으로 많은 효과를 거둘 수 있음을 알 수 있다. 참가자의 수가 n인 경우 망 대역폭 측면에서 분산식을 사용하는 기존 방법들[2,5,7]의 복잡도는  $O(n^2)$ 이며, 본 논문의 방법은 IP 그룹의 개수가 k개인 경우  $O(k^2)$ 이다.  $k \leq n$  이기 때문에 대부분의 경우에 본 논문의 방법이 망 대역폭을 절약하며 최악의 경우에도 망 대역폭이 동일함을 알 수 있다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 효율적인 다자간 멀티미디어 공동작업 시스템을 설계하고 구현하였다. 또한, 중앙집중식의 단점인 데이터가 서버에 집중되는 것을 막고, 실시간 전송을 지원하기 위해 음성과 영상의 전송은 분산식으로, 화이트보드 데이터의 전송은 중앙집중식으로 구성하였다. 이러한 구성에도 불구하고 많은 사용자가 참여하는 경우, 네트워크 대역폭의 제한으로 인하여 원활한 공동작업의 제공이 어려워짐에 따라 본 논문에서는 이를 극복하기 위해 영상 전송 시 IP 그룹화를 이용한 전송방식을 설계하고, 구현하였다.

본 논문에서 구현한 다자간 멀티미디어 공동작업 시스템은 기존의 중앙집중식 화이트보드 데이터 전송 방식 및 분산식 영상 전송 방식에 비해 상당량의 네트워크 리소스를 절감할 수 있음을 알 수 있었다. 또한, 본 논문에서 구현된 응용프로그램은 원격 회의, 원격 교육 및 여러 분야의 다자간 멀티미디어 공동작업 분야[16]에서 적용될 수 있으며, 저장 기능을 추가한 On-Off 제택 강의 시스템 등 앞으로 많은 호

표 1. 동일 라우터 내 사용자 증가에 따른 비교

(음성: 6.3Kbps, 영상: 64Kbps)

사용자 수(명)	1	2	3	4	5	6	7	8
기존 방식(Kbps)	70.3	140.6	210.9	281.2	351.5	421.8	492.1	562.4
본 논문의 제안방식(Kbps)	70.3	76.6	82.9	89.2	95.5	101.8	108.1	114.4

표 2. 다자간 멀티미디어 공동작업에서의 비교

(음성: 6.3Kbps, 영상: 64Kbps)

사용자 수(명)	1	2	3	4	5	6	7
기존 방식(Kbps)	70.3	140.6	210.9	281.2	351.5	421.8	492.1
본 논문의 제안방식(Kbps)	70.3	76.6	82.9	153.2	159.5	165.8	236.1



응을 얻으리라 기대된다.

앞으로 네트워크 대역폭에 영향을 미치지 않는 데이터 전송방식으로 특정 사용자 그룹에게 데이터를 전송하는 멀티캐스트에 대한 지속적 연구와 다양한 서비스의 구현 및 광대역의 네트워크 멀티캐스트 지원으로 멀티미디어 공동작업을 원활히 할 수 있는 환경 제공을 위한 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

### 참 고 문 헌

- [1] C. A. Ellis, S. J. Gibbs, and G. L. Rein, "GROUPWARE: Some Issue and Experience," *Comm. of ACM*, Vol. 34, No. 1, pp. 39-58, Jan. 1991.
- [2] 성동수, 김홍래, 허미영, 함진호, "H.323을 지원하는 다자간 영상회의 시스템의 설계 및 구현," *한국정보처리학회 논문지*, 제7권 제7호, pp. 2041-2049, 2000. 7.
- [3] 김준태, 성동수, 이견배, "H.332 표준안에 근거한 소결합 멀티미디어 회의 시스템의 설계 및 구현," *한국정보처리학회 논문지-D*, 제9-D권, 제2호 pp. 313-322, 2002.4
- [4] Rosenberg, J., Schulzrinne, H., Camarillo, G., Johnston, A., Peterson, J., Sparks, R., Handley, M., and E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol," *IETF RFC 3261*, June 2002.
- [5] ITU-T Recommendation H.323, Packet-based multimedia communications systems, 2003
- [6] A. Johnston and O. Levin, "Session Initiation Protocol Call Control - Conferencing for User Agents," *IETF draft*, July 18, 2004.
- [7] J. Rosenberg and H. Schulzrinne, "Models for Multi Party Conferencing in SIP," *IETF draft*, July 1, 2002.
- [8] R. Mahy, B. Campbell, R. Sparks, J. Rosenberg, D. Petrie, and A. Johnston, "A Call Control and Multi-party usage framework for the Session Initiation Protocol (SIP)," *IETF draft*, October 27, 2003.
- [9] J. Rosenberg, "A Framework for Conferencing with the Session Initiation Protocol," *IETF draft*, June 29, 2004.
- [10] O. Levin and R. Even, "High Level Requirements for Tightly Coupled SIP Conferencing," *IETF draft*, April 23, 2003.
- [11] G. Camarillo and A. Johnston, "Conference Establishment Using Request-Contained Lists in the Session Initiation Protocol (SIP)," *IETF draft*, July 7, 2004.
- [12] ITU-T Recommendation G.723.1, Dual Rate Speech Coder for Multimedia Communications Transmitting at 5.3 and 6.3kbps. Mar. 1996.
- [13] ITU-T Recommendation H.263+, Video Coding for Low Bit Rate Communication. Jan. 1996.
- [14] RFC Recommendation 1889 RTP, A Transport Protocol for Real-Time Applications, Jan. 1996.
- [15] RFC Recommendation 1890 RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control, Jan. 1996.
- [16] <http://www.w3.org>

### 현 동 환



1988년 광운대학교 전자계산기공학과 졸업(공학사)  
 1991년 광운대학교 대학원 전자계산기공학과 졸업(공학석사)  
 1991년~1997년 한국전자통신연구원 선임연구원

1997년~1999년 영진전문대학 전임강사  
 1999년~현재 여주대학 정보통신과 부교수  
 관심분야 : IPv6, 멀티미디어 통신

### 성 백 건



2000년 경기대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 2003년 경기대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
 2004년~현재 (주)넷코텍 연구원  
 관심분야 : MoIP



성 동 수

- 1987년 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1989년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1992년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사)

1992년~1993년 한국과학기술원 정보전자연구소 연구원  
2002년~2003년 University of Washington 방문연구교수  
1993년~현재 경기대학교 전자공학부 교수  
관심분야: MoIP, 멀티미디어통신, 병렬처리



이 건 배

- 1982년 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1984년 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1989년 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1998년~1999년 UCLA 방문연구

교수

1991년~현재 경기대학교 전자공학부 교수  
관심분야: MoIP, ASIC 설계, 암호보안